

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K07933

研究課題名(和文) 魚類の生育温度依存的なマクロ栄養素嗜好性制御メカニズムの解明

研究課題名(英文) Mechanisms controlling rearing temperature-dependent macronutrient preferences in fish.

研究代表者

長阪 玲子 (Nagasaka, Reiko)

東京海洋大学・学術研究院・准教授

研究者番号：90444132

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：飼育温度によりマクロ栄養素への嗜好性が変化することを明らかにした。これまで魚類では嗜好されるといわれていなかったスクロースへの嗜好があることを確認しただけでなく、飼育温度によってアミノ酸嗜好および脂質嗜好に影響を及ぼすことが明らかになった。また、構成脂肪酸種への嗜好性も生育温度によって異なることが明らかになり、それらの嗜好性を導く要因は各種酵素活性を始め、味覚応答の変化、脂質および糖質代謝シグナルの変動、さらには腸内細菌叢の変化によるものと示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で魚類における水温変化に対する応答に関与する代謝制御因子およびマクロ栄養素嗜好性調節因子が明らかになったことにより、適正水温以外でも飼育可能な養殖システムの確立に向けた基礎的知見の蓄積に繋がった。つまり、飼育環境を移動できない養殖魚が地球温暖化によって水温が変化し、それに伴って代謝が変動した際にも、その温度に応じた栄養素の推測が可能となる。したがって、地球環境変動に左右されない効率的養殖システムの確立に繋がり、食料問題の解決の一端となることが期待できる。また、本研究の成果は、生物の根幹を担う食の選択メカニズムを解明するという意味で基礎生物学的に重要な知見となる。

研究成果の概要(英文)：The objective of this investigation was to elucidate the effects and mechanisms of metabolic changes in the temperature of fish grow on the preferences for macro-nutrients, while also identifying the factors that govern these preferences. The preferences for macronutrients were observed to be influenced by the temperature at which the fish were reared. We verified the presence of a predilection for sucrose, which is not typically favored by fish. Moreover, the preference for amino acids and lipids was shown to be impacted by the rearing temperature. The variation in preference for specific fatty acid species in accordance with the rearing temperature implies that the underlying factors contributing to these preferences encompass alterations in diverse enzyme activities, gustatory responses, lipid and carbohydrate metabolic signals, as well as changes in the composition of the intestinal microflora.

研究分野：水産化学

キーワード：嗜好性 マクロ栄養素 生育温度 魚類 腸内細菌

1. 研究開始当初の背景

これまでに、生物の食欲については多くの研究がなされており、末梢性摂食調節ホルモンであるレプチンとグレリンが発見されて以降、摂食制御機構とエネルギー制御機構の関係性は明らかになりつつある。哺乳類では、視床下部室が摂食量及び食餌嗜好性の調節に関与し、視床下部活性化型 AMP キナーゼ (AMPK) の発現により炭水化物への嗜好性が高まること (Okamoto et al., 2007)、運動によるエネルギー代謝の変化が脳内の Transforming growth factor (TGF) - β 増大を引き起こし、脂質代謝に対する嗜好性が変化することなど、代謝と嗜好性に関連する因子が明らかになりつつある。恒温動物では、環境温度の変化はエネルギー代謝へ影響を及ぼすことが知られており、低温にさらされると基礎代謝を上昇させることが分かっている。これは体温を維持するために行われる褐色脂肪細胞における脂肪組織分解による熱産生や、低温状態時での骨格筋における熱産生によるエネルギー消費が起こるためである。しかし、魚類のような変温動物での環境温度の変化とエネルギー代謝および嗜好性への影響については未だ明らかにされていない。

我々はこれまでにマウスにおいて生育温度の違いによってそのマクロ栄養素に対する嗜好性が変化することを明らかにした (Nagasaka et al., 2020)。生育温度が代謝の違いを導いただけでなく、舌上皮および腸管における味覚受容体発現量が有意に異なっており、生育温度の変化による代謝の変動および味覚受容体発現量の違いが嗜好性の変動をもたらしたと示唆した。また、味覚のシグナルに関与する TRPM5 チャネルの感受性が温度依存的であり、10 度程度で機能が低下すること、逆に温度が 35~40 度でこのチャネルの感受性が最も高まることを鑑みると (Talavera et al., 2005)、生育温度による嗜好性の違いは味覚受容体の発現量だけでなく、その感受性にも支配されていると考えられる。

魚類では水温の上昇に伴い、マダイでは食欲の増加、ニジマスやコイでは嗜好性が変化することが明らかになっている (Yamamoto et al., 2001)。また、魚類でも哺乳類と同様にレプチンやニューロペプチド Y (NPY) といったペプチド性ホルモンなどが摂食行動や食欲に関与していることが明らかになっている (Amano et al., 2009, Murashita et al., 2011, Nagasaka et al., 2006) が、その嗜好性を決定する因子については未だ解明されていない。しかしながら、これまでに我々は魚類の代謝制御因子を解明し、代謝制御に関与する種々の代謝制御因子が哺乳類と同様に存在することを明らかにした (長阪ら, 2011, Nagasaka et al., 2011)。このことから、魚類の代謝制御に関与する因子が生育温度によって影響を受け、哺乳類と同様に食欲や嗜好性制御の変動をもたらす可能性は十分に考えられる。

一方、魚類の味覚システムの研究は、情報伝達や処理を行う神経回路が解明され始め、哺乳類と同様な機構が存在することは明らかになりつつある。味覚における末梢器官である味蕾は哺乳類からヤツメウナギまで広く脊椎動物に保存されている器官であり、魚類の味受容機構の解明は哺乳類、脊椎動物の味覚受容のメカニズムを解明する上でも重要視されつつある。味蕾の構造は魚種によって異なるだけでなく、アミノ酸が哺乳類よりも強い味刺激となっていることなどが報告されているが、前述したような生育温度の変化による嗜好性制御、また、代謝の変化による嗜好性制御メカニズムについては全く知見がない。

2. 研究の目的

このような背景から本研究では魚類の生育温度による代謝変動がマクロ栄養素嗜好性に及ぼす影響とそのメカニズムを解明するとともに、マクロ栄養素に対する嗜好性制御因子の特定を目的とする。研究期間内では、まず魚類におけるマクロ栄養素嗜好性の評価系を確立する。また、前項で確立した評価系を用いることにより、生育温度による嗜好性の違いおよびその制御因子を特定する。さらに、生育水温が、哺乳類で明らかになっている食欲および嗜好性制御にかかわる各種ホルモンや脳内嗜好性制御因子に及ぼす影響を解明する。同時に生育温度が嗜好性に及ぼす代謝メカニズムの解明を行い、魚類において生育水温と代謝がマクロ栄養素嗜好性に及ぼす影響について考察した。

3. 研究の方法

本研究では、まず、蛍光色素による摂餌量評価法を元に、哺乳類で行われている二瓶選択試験をモチーフとした魚類におけるマクロ栄養素嗜好性評価系を確立した。具体的には、ゲノムデータベースの得やすいゼブラフィッシュやメダカを対象とし、蛍光波長を持つ色素をマクロ栄養素の組成を変えた飼料に混入させ、同時に供試魚に投与し、近赤外イメージャーで蛍光強度より嗜好性の評価法を確立した。

一方、魚類で味覚受容体発現解析を行うために味覚受容体発現組織である口腔や鰓を採取す

ると個体が死亡してしまう。しかしゼブラフィッシュは再生可能なひげ状の組織である maxillary barbel (MB) を有しており、味覚受容体発現があることが知られている。MB から味覚受容体発現量変化を測定することが可能であれば魚類個体を犠牲にすることなく継続的に発現量変化の測定を行うことが可能となるが、口腔組織や鰓と比較して MB では味覚受容体発現パターンにどのような違いがあるのかについては明らかになっていない。そこでゼブラフィッシュの MB における味覚受容体発現について測定を行い、口腔・鰓組織における発現パターンと比較した。また、金魚を用いて、蛍光色素の標識による嗜好性の測定を行い、二瓶選択試験をモチーフとした魚類における嗜好性評価系の検証を行った。市販の小型魚用餌を波長が異なる 2 種類の蛍光色素で標識し、片方にはドジョウの忌避物質として知られるノナン酸を混合した飼料を作製し、嗜好性試験を行った。

さらにゼブラフィッシュを高温飼育、至適温度飼育、低温飼育の 3 区に分け、高タンパク質飼料、高炭水化物飼料を作製し、嗜好性試験を行った。また、代謝を著しく変化させるモデルとして絶食させた個体を用いて嗜好性試験を行った。

同時に、異なる水温で飼育したゼブラフィッシュの脳における網羅的解析を行った。また、ゼブラフィッシュを高温飼育、至適温度飼育、低温飼育の 3 区に分け、アミノ酸含有飼料、アミノ酸非含有飼料を作製し、嗜好性試験を行った。

異なる水温で飼育したゼブラフィッシュのアミノ酸嗜好性の確認と同様に、異なる水温で飼育したゼブラフィッシュの脂質の種類による嗜好性の検討およびその差異を生み出すメカニズムの検討を行った。具体的には、ゼブラフィッシュを高温飼育、至適温度飼育、低温飼育の 3 区に分け、構成脂肪酸種の異なる油を用いて作製した飼料を給餌し、それぞれの嗜好性を検討した。また、至適水温でも同様の試験を行った。

また、マウスにおいて代謝や疾病に腸内細菌叢が関与するとの報告があることから、腸内細菌叢と嗜好性について検討した。さらに、ゼブラフィッシュを高温飼育、至適温度飼育、低温飼育の 3 区に分け、嗜好性を変化させる条件を作り出し、その際の腸内細菌叢の変化を確認した。

4. 研究成果

ゼブラフィッシュの MB における味覚受容体発現について測定を行ったところ、MB において各種味覚受容体の発現が確認された。MB の味覚受容体発現パターンは口腔や鰓とほぼ同じであった。また、飼育条件によって哺乳類と同様に味覚受容体の発現量増加が見られたことから、魚類の嗜好性制御機構解明に MB の有用性が示された。

また、金魚を用いた嗜好性の試験では、金魚はノナン酸の摂食を忌避し、それを蛍光色素によるイメージングによって測定出来た。本法は小型の魚において嗜好性を調べる手法として有用であることが明らかになった。

ゼブラフィッシュを用いて飼育水温を変化させた嗜好性試験では、水温によって食欲の変動を導いただけでなく、至適水温以外ではタンパク質嗜好性が高まる傾向があったことから、生育水温の違いによってマクロ栄養素の嗜好性が異なることを示唆した。また、絶食試験では、絶食によって味覚受容体 mRNA 発現量が増加したが、視床下部における炭水化物嗜好性関連因子 mRNA 発現量は減少した。同様に嗜好性の評価においては、スクロースへの嗜好性が亢進した一方、コーンスターチに対する嗜好性が低下した。

脳における網羅的解析では 15502 個の遺伝子について発現比率を算出した。その結果、高温飼育と低温飼育の発現比率が 2 倍以上、もしくは 1/2 倍以下の変動があったものは 1625 個であった。アミノ酸代謝シグナル因子や、小胞体でのタンパク質折りたたみに関与する因子、転写因子の発現量に変動があった。アミノ酸は魚類でも味覚応答性を有することが知られていることから、生育水温の違いが代謝を変化させ、味覚応答を変動させる可能性が示唆された。

また、アミノ酸に対する嗜好性は低温になるほど強く現れた。その嗜好は選択試験 3 日目以降に有意に変動したことから、口腔内受容による嗜好ではなく、体内に摂取した代謝への影響がフィードバックされて嗜好に反映されたと考えられた。実際に、腸管におけるアミノ酸輸送体の mRNA 発現量も水温によって変化したことから、水温によるアミノ酸嗜好性の変化には腸管で吸収された後に嗜好に関与することが示唆された。また、構成脂肪酸種の異なる油を用いて作製した飼料を給餌したところ、飼育温度によって嗜好する餌が異なることを明らかにした。脂肪酸種によりエネルギー源に適したもの、蓄積に適したものがあることが明らかになっているが、嗜好性にも反映されることが示唆された。さらに、それぞれの温度帯における脂肪酸分解酵素、脂肪酸合成酵素の活性を測定したところ、酵素活性をはじめとする脂質代謝の違いが見られ、嗜好した脂肪酸種の利用と関連することが示唆された。また、背側筋肉中の脂肪酸組成も異なることが明らかになった。一方、至適温度飼育で脂肪酸種の異なる飼料を給餌したところ、脂肪酸分解酵素活性、脂肪酸合成酵素活性および脂質代謝関連遺伝子の発現量が変化した。しかし、餌による影響よりも飼育温度による影響のほうが大きく、飼育温度による嗜好性の違いは脂質代謝を変化させることによる順化の一つであることが推察された。

ゼブラフィッシュを高温飼育、至適温度飼育、低温飼育の 3 区に分け、嗜好性を変化させる条件を作り出し、その際の腸内細菌叢の変化を確認した。その結果、腸内細菌と嗜好性に相関性があることが分かり、その結果はマウスの嗜好性制御と共通する部分があることが明らかになっ

た．

研究期間全体を通じて、飼育温度によりマクロ栄養素への嗜好性が変化することを明らかにした．これまで魚類では嗜好されるといわれていなかったスクロースへの嗜好があることを確認しただけでなく、飼育温度によってアミノ酸嗜好および脂質嗜好に影響を及ぼすことが明らかになった．また、構成脂肪酸種への嗜好性も生育温度によって異なることが明らかになり、それらの嗜好性を導く要因は各種酵素活性を始め、味覚応答の変化、脂質および糖質代謝シグナルの変動、さらには腸内細菌叢の変化によるものと示唆された．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 長阪玲子	4. 巻 3-4
2. 論文標題 環境条件が導く食欲および食嗜好	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本生気象学会	6. 最初と最後の頁 45-49
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11227/seikisho.58.45	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kazuaki Yoshinaga, Yuka Usami, Aya Yoshinaga Kiriake, Hitomi Shikano, Shu Taira, Reiko Nagasaka, Seiya Tanaka, Naohiro Gotoh	4. 巻 100
2. 論文標題 Visualization of dietary docosahexaenoic acid in whole-body zebrafish using matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry imaging	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Nutritional Biochemistry	6. 最初と最後の頁 108897
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jnutbio.2021.108897	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Nagasaka Reiko, Nakachi Hazuki, Onodera Yuka, Ishikawa Yuki, Ohshima Toshiaki	4. 巻 84
2. 論文標題 Leptin promotes the fat preference associated with low-temperature acclimation in mice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 1250 ~ 1258
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/09168451.2020.1732186	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nagasaka Reiko, Swist Eleonora, Sarafin Kurtis, Gagnon Claude, Rondeau Isabelle, Massarelli Isabelle, Cheung Winnie, Laffey Patrick, Brooks Stephen PJ, Ratnayake W. M. Nimal	4. 巻 13
2. 論文標題 Low 25-hydroxyvitamin D levels are more prevalent in Canadians of South Asian than European ancestry inhabiting the National Capital Region of Canada	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0207429
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0207429	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 J. Pahila, H. Kaneda, R. Nagasaka, T. Koyama, T. Ohshima	4. 巻 233
2. 論文標題 Effects of ergothioneine-rich mushroom extracts on lipid oxidation and discoloration in salmon muscle stored at low temperatures	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Food Chemistry	6. 最初と最後の頁 273-281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodchem.2017.04.130.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 R. Nagasaka, A. Harigaya, T. Ohshima	4. 巻 24
2. 論文標題 Effect of proteolysis on meat quality of brand fish, red sea bream Pagrus major	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 465-473
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 星川拓輝・後藤勇樹・長阪玲子
2. 発表標題 食物繊維による腸内細菌変化とその影響について
3. 学会等名 令和4年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長阪玲子・都地真澄
2. 発表標題 ゼブラフィッシュにおける脂質嗜好変動メカニズムの解明
3. 学会等名 令和4年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 今井香琳, 二見邦彦, 長阪玲子
2. 発表標題 魚類の環境認識と体サイズ調節について
3. 学会等名 第95回日本生化学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 池田花菜・宇賀神道彦・永野夢紡・長阪玲子
2. 発表標題 腸内細菌叢による食嗜好制御メカニズムについて
3. 学会等名 第95回日本生化学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 星川拓輝・坂本涼華・池田花菜・佐藤秀一・林雅弘・長阪玲子
2. 発表標題 腸内環境変動を利用したニジマスにおけるラビリントラキチン中DHA吸収に関する研究
3. 学会等名 令和5年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 杉林萌、小田部里紗、金城春菜、長阪玲子
2. 発表標題 沖縄県産アオリイカの女性ホルモン様作用発現メカニズムの検討
3. 学会等名 令和5年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宇賀神道彦, 永野夢紡, 長阪玲子
2. 発表標題 腸内細菌叢の制御による宿主の食嗜好性変動への影響
3. 学会等名 第44回分子生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 都地真澄, 長阪玲子
2. 発表標題 ゼブラフィッシュにおける生育温度による食嗜好性変動メカニズムの解明
3. 学会等名 第44回分子生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 新比叡真紀, 田中りか子, 田中誠也, 長阪玲子
2. 発表標題 ニジマス体内におけるアスタキサンチン蓄積に関する研究
3. 学会等名 令和4年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松田寛子, 長田あずさ, 木村竜也, 藤田浩幸, 長阪玲子, 柴田公彦, 奈良井朝子
2. 発表標題 牡蠣エキスがマウスの運動後グリコーゲン 超回復に与える影響
3. 学会等名 第74回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小田部里紗, 金城春菜, 長阪玲子
2. 発表標題 沖縄県産アオリイカのイカスミの女性ホルモン様作用に関する研究
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Lalitphan Kitsanayanyong, Yuki Ishikawa, Tomo yuki Koyama, Reiko Nagasaka, Toshiaki Ohshima
2. 発表標題 The putative ergothioneine transporter of Salmonidae: Gene expression and development of universal primer across certain trout and salmon species
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宇賀神道彦, 永野夢紡, 石川雄樹, 長阪玲子
2. 発表標題 環境温度による腸内細菌叢変動が及ぼす食嗜好制御機構の探索
3. 学会等名 第4回食欲・食嗜好の分子・神経基盤研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林 風咲子, 石川雄樹, 長阪玲子
2. 発表標題 ゼブラフィッシュにおける水温によるアミノ酸嗜好性の変化
3. 学会等名 第42回(2019年度)日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長田あずさ, 松田寛子, 木村竜也, 藤田浩幸, 柴田公彦, 奈良井朝子, 長阪玲子
2. 発表標題 牡蠣抽出液がグリコーゲン超回復に与える影響
3. 学会等名 第42回(2019年度)日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小田部里紗, 金城春菜, 石川雄樹, 長阪玲子
2. 発表標題 沖縄県産アオリイカのイカスミの女性ホルモン様作用について
3. 学会等名 第42回(2019年度)日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宇賀神道彦, 永野夢紡, 石川雄樹, 長阪玲子
2. 発表標題 腸内細菌叢と食嗜好性の関連についての探求
3. 学会等名 第42回(2019年度)日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末武綾子, 石川雄樹, 長阪玲子
2. 発表標題 乳酸による食嗜好性の変動
3. 学会等名 第42回(2019年度)日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末武綾子・中地はづき・長阪玲子
2. 発表標題 環境温度による食嗜好性変動メカニズムの解明
3. 学会等名 第3回食欲・食嗜好の分子・神経基盤研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林風咲子・末武綾子・石川雄樹・長阪玲子
2. 発表標題 絶食ゼブラフィッシュにおける食欲関連因子および嗜好性に関する研究
3. 学会等名 第3回食欲・食嗜好の分子・神経基盤研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長阪玲子, 山田真菜美, 金城春菜, 石川雄樹
2. 発表標題 沖縄県産シロイカのイカスミの女性ホルモン様作用に関する研究
3. 学会等名 第91回日本生化学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林風咲子・末武綾子・石川雄樹・長阪玲子
2. 発表標題 ゼブラフィッシュにおける絶食による炭水化物嗜好性の亢進
3. 学会等名 第41回分子生物学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笠原 万有璃, 石川 雄樹, 星 剛流, 細田 萌菜美, 長阪 玲子
2. 発表標題 魚類の可食部増大を目指した筋分化促進物質の評価法とその探索
3. 学会等名 第41回分子生物学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 湯山珠莉・山崎 薫・石川雄樹・長阪玲子・大島敬明
2. 発表標題 かつお節に含まれるエルゴチオネイン
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会大会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小田部里紗・金城春菜・山田真菜美・石川雄樹・長阪玲子
2. 発表標題 沖縄県産アオリイカのイカスミの女性ホルモン様作用について
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会大会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kitsanayanyong Lalitphan・Pahila Jade Go・Ishikawa Yuki・Nagasaka Reiko・Koyama Tomoyuki・Ohshima Toshiaki
2. 発表標題 Organic cation transporter-like protein gene expression in rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) fed on ergothioneine-rich mushroom extract
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会大会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Isabelle Demonty, Cunye Qiao, Chao-Wu Xiao, Eleonora Swist, Reiko Nagasaka, Carla Wood, Walisundera Ratnayake
2. 発表標題 Associations between red blood cell fatty acids and cardiometabolic risk markers differ in White vs. South Asian Canadian adults living in Ottawa
3. 学会等名 AOCS Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林令奈・石川雄樹・長阪玲子
2. 発表標題 魚類の植物フラボノイド蓄積による魚肉機能性負荷についての研究
3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 笠原万有璃・石川雄樹・星岡流・細田萌菜美・長阪玲子
2. 発表標題 ニジマス初代培養細胞の筋分化に及ぼす小胞体ストレス経路の影響
3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 堀由歩・石川雄樹・横山雄彦・長阪玲子
2. 発表標題 ノリに含まれる非タンパク質構成アミノ酸 teneaic acid の体内動態
3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 末武綾子・長阪玲子・石川雄樹
2. 発表標題 ストレス条件下における糖質嗜好性の変動
3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 林風味子・石川雄樹・長阪玲子
2. 発表標題 近赤外蛍光イメージング法を用いた金魚の摂食嗜好性評価
3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 林風味子・小林令奈・笠原万有璃・石川雄樹・長阪玲子
2. 発表標題 ゼブラフィッシュmaxillary barbelにおける味覚受容体発現の解析
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堀由歩・石川雄樹・大島敏明・長阪玲子
2. 発表標題 食用海藻中に含まれる非タンパク質構成アミノ酸tenuic acidのLC-MS/MS分析
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 長阪玲子	4. 発行年 2023年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 327
3. 書名 発酵化粧品の開発と市場	

1. 著者名 尾関健二	4. 発行年 2020年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 197
3. 書名 発酵美容成分の開発	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 魚類用飼料および魚類飼育方法	発明者 松本玲子, 星川拓輝, 坂本涼華, 池田花菜, 佐藤秀一, 林	権利者 東京海洋大学, 福井県立大学, 宮崎大学
産業財産権の種類、番号 特許、2023-055313	出願年 2023年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------